第10卷 第4-6期 昆虫学报 Vol. 10, No. 4-6
1961年12月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Dec., 1961

松毛虫黑卵蜂大量繁殖及散放的研究*

王平远

一、前言

松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker)是馬尾松的重要害虫,在馬尾松分布地区歷年都有不同程度的为害。嚴重发生地区往往針叶脱落,影响了松樹的正常发育与綠化事業的发展,有毁滅性害虫之称。由于林区多分布在崇山峻嶺,山岳丘陵人迹稀少的地方,防治时採用人工捕捉与藥械防治仍有一定困难。1955年2月間中国科学院召开防治松毛虫的技术座談会,交流有关防治与研究方面的經驗;并指出应充分发揮"防重于治"的精神,以生物防除結合化学防治为中心,在全国松毛虫为害嚴重地区組織力量進行研究(蔡邦華,1955)。为松毛虫防治指出了努力方向。作者于1955—1957年間参加松毛虫黑卵蜂利用的研究,其目的在了解生物学特性的基礎上探索黑卵蜂生產利用的途徑,明确黑卵蜂的繁殖方法以及散放效能。前一試驗已观察到黑卵蜂于松林中的扩散及气象因子对黑卵蜂活动產生的影响(王平远等,1956)。本文着重敍述有关松毛虫黑卵蜂大量繁殖与寄生效率的測定問題。作者水平有限,观察不足处甚多,希望各界不吝給予批評指正。

二、应用黑卵蜂防治松毛虫的理論根据

松毛虫黑卵蜂(*Telenomus dendrolimusi* Chu)原产我国,身体細小,体长在0.76—0.93毫米之間,对寄主卵寄生专一,喜选择松毛虫卵寄生。自然界各种松毛虫卵蜂中,要以黑卵蜂的寄生数量多,分布地区广,由东北至两广都有寄生踪迹。但成虫在冬季越冬时遇到低温死亡率大,次年松毛虫第一代产卵期間繁殖数量迟緩,虫口数量到松毛虫第二代卵期才急速上升(祝汝佐,1937;1955;邱式邦,1955)。因此,单純依靠黑卵蜂的自然消长尚难达到抑制松毛虫的为害。

天敌利用在生物防除法中一般可分当地有益种类的利用与自害虫原产地引进有效天敌两个方面。前者着重于天敌的大量生产,增強天敌歼灭害虫的效能,改变自然界固有天敌与害虫間的数量关系。后者根据非原产地的害虫,被引入另一新地区以后,往往因环境中缺乏抑制这种害虫的有效天敌,害虫由于得不到自然界中天敌因子的控制,因此,在适宜环境內,可以大量繁殖造成猖獗。倘若到害虫的原产地,寻找有效天敌,引入新区,并加以人工保护与繁殖,择期散放,即可达到消灭害虫的目的。松毛虫黑卵蜂是土著天敌之一,从人工繁殖与保护等方面使黑卵蜂数量增加,在冬季提前生产黑卵蜂,就有可能于早春松毛虫第一代产卵期間积累足够的卵寄生蜂。及时地散放到发生地,这些人工繁殖的

* 这項試驗系在江西蓮塘进行,工作期間蒙刘崇乐先生亲切指导,并审閱文稿。蔡剑萍、王金言二同志协助工作。江西农学院楊維义院长,章士美、汪广先生及江西省林业厅的大力支持和鼓励。江西省林业科学研究所黄家永、黄传威、李才高等同志具体帮助。在此一并致以由衷的感謝。

卵蜂对消灭松毛虫卵能起有效的歼灭作用。原产地的天敌一般对环境适应性強，蜂种容易取得。黑卵蜂在自然界中的寄生效率比較高，从散放观察和生物学考察的結果都說明是繁殖利用上有前途的卵寄生蜂(王平远等，1956；祝汝佐，1956)。

三、松毛虫黑卵蜂的特点

松毛虫黑卵蜂属膜翅目細蜂总科(Serphoidea)(緣腹)卵蜂科(Scelionidae)。这一科包括多种专門寄生害虫卵的卵寄生蜂，黑卵蜂种类很多，但共同习性是选择鱗翅目昆虫卵粒。消灭害虫时，雌性找寻寄主卵，产卵其中，进行寄生。松毛虫黑卵蜂卵在寄主卵內孵化后，幼虫随即摄取卵內营养作食料，松毛虫胚遭受破坏不能发育，黑卵蜂則可大量繁殖。

黑卵蜂的特点可归納如下：

1. 对寄主选择性专一。寡食性，在松林中主要以松毛虫卵寄生。
2. 在試驗室內极易交配、产卵，繁殖簡便，容易操作，可以人工控制生产。
3. 生活史短，世代数多，有寄主卵供应时能終年大量繁殖。
4. 雌性性比高。在一个寄主卵內能产卵繁殖多个子蜂。产卵力強，后代数量可迅速增多。
5. 对寄主卵粒有搜索能力，于林內往返松針間寻找寄主卵进行寄生。
6. 雌性产卵时可控制数量，无复寄生現象。对寄主卵有选择性，凡已被产卵者即不再寄生。
7. 无論受精或未受精的松毛虫卵都可被寄生。
8. 有趋光性，喜飞向光源。
9. 以雌性成虫越冬，但多不耐寒，易死亡，造成虫口数量的凋落。
10. 缺乏补充寄主，适应性狹隘，在松毛虫卵期以后或尚未到来之前，难找到其他寄主卵延續后代。
11. 无重寄生及他种敌害。
12. 在松林內有高飞的习性，适于寻找散布在松針丛間的松毛虫卵。

四、松毛虫黑卵蜂的大量繁殖

大量培育繁殖天敌是生物防除法在实际应用方面的一个环节。天敌繁殖分寄生与寄主两个部分，为了解决在早春松毛虫第一代卵期成批散放黑卵蜂，以补自然界的不足。在覓得蜂种以前，首先应解决繁殖所需的寄主卵。卵粒供应与培育寄主有关，冬季开展寄主繁殖工作尤其显得重要，因野外气温下降，只凭采集則不能滿足所需，而且往往寄主虫期被寄生的过多，影响数量与質量。生物防除試驗室中选择寄主应具备的条件有：1. 寄主适合室內人工控制下培育，2. 分布地区广，容易取得并可推广，3. 飼养方法簡便，4. 无滞育現象，可終年不断的連續培养，5. 在室內能順利地交配、产卵，后代孵化成活率高，6. 寄主生活食料供应不困难。

由于松毛虫黑卵蜂的寄主种类稀少，对寄主的选择性专一。因此在未获得其他寄主以前，仍以培育松毛虫为主。現把繁殖方法分寄主与寄生蜂两方面叙述。

（一）松毛虫黑卵蜂寄主——松毛虫的培育

松毛虫的幼虫生长緩慢，生活史很长。蒲蛰龙（1956）研究甘蔗螟卵赤眼蜂曾飼养馬尾松毛虫（*Dendrolimus punctatus* Walker），发現幼虫易罹病死亡，在 22℃ 温室內发育迟緩，經过 60 多天絕大多数幼虫增长不多。小島俊文（1936）研究油松毛虫（*Dendrolimus spectabilis* Butler）說明高温高湿可縮短生活史的发育日期。苏联雷弗金（1952）在試驗室內研究西伯利亚松毛虫（*Dendrolimus pini* L.）的飼育条件时指出：保持昼夜平均气温 19—24℃，相对湿度在 65—90% 之間，松毛虫可以繁殖而且沒有十分大的凋落。

在江西，馬尾松毛虫每年发生有二化及三化之分，它的越冬也分二化幼虫及三化幼虫两种。而三化的比例又为二化的 3—5 倍。二化幼虫有較长的休眠期，須經 70—140 日不取食；三化幼虫不作眞正冬眠，遇天气和暖仍有少数取食（章士美，1952）。

由此可見馬尾松毛虫的发育温度須在 22℃ 以上，根据以上情況我們进行了如下的試驗。

1. 馬尾松毛虫发育温度与湿度条件

为了找寻发育适宜条件以便于大量繁殖，我們曾选择不同温湿度条件进行观察。江西蓮塘松毛虫在夏季 7—8 月間处于高温环境中，发育速度快，而且比第一代 4—5 月間一世代历期要短。方法是选第三代已交配受精的松毛虫成虫，放入口径 12 厘米广口玻缸內，缸中放少量松針，缸口罩以細紗布，待成虫产卵松針上。取温差 ± 0.5℃ 定温箱二只，温度調节在 30℃ 及 24℃。相对湿度保持在 80%。松毛虫卵粒产出后分二部放进定温箱內，每日检查并更換飼料，使用器皿都經过 2.5% 福馬林液消毒。試驗結果可見表 1。

表 1 松毛虫在不同温度下的發育（1956）

温度（℃）	卵期		幼虫期		蛹期		由卵至成虫	
	起——迄	天	起——迄	天	起——迄	天	起——迄	天
30	17—23/IX	6	23/IX—22X	29	23/X—4/XI	12	17/IX—5/XI	49
24	17—25/IX	8	25/IX—4/XI	40	5/XI—20/XI	15	17/IX—21/XI	65

上表說明，30℃能够减少生活史的日数，只需 49 天即可完成一个世代，在 24℃下发育期延长，两者相差 15 天。其中以幼虫經历日数較长，而且从試驗过程中看出，幼虫經消毒后不易生病，发育良好。

根据上述結果，于养虫室內可以創造相似条件。但考虑到变温更为接近自然情況，我們又曾在冬季試用炉火加温成批大量飼养，結果如表 2 所示。

表 2 松毛虫在冬季控温室內的發育經过（1956）

处理	卵期			幼虫期			蛹期			由卵至成虫	
	起迄日期	天数	平均溫度（℃）	起迄日期	天数	平均溫度（℃）	起迄日期	天数	平均溫度（℃）	起迄日期	天数
1	18—24/IX	7	24.7	25/IX-11/XI	48	24.3	12—23/XI	12	27.3	18/IX—24/XII	67
2	19/X—4/XI	17	18.2	5/XI—1/XII	27	22.3	2—14/XII	13	27.8	19/X—15/XII	58
3	21/X—7/XI	18	17.7	8/XI—6/XII	29	22.8	7—17/XII	11	29.5	21/X—18/XII	59

自表 2 試驗結果可知馬尾松毛虫卵的孵化，在平均 24.7℃时只需 7 天，17.7℃时經过 18 天。幼虫自孵化至老熟，22.3℃时需 27 天，24.3℃ 时要經过 48 天。蛹期在 29.5℃时

为 11 天，27.3℃为 12 天，27.8℃为 13 天。各虫态的发育历时一般随温度增加而縮短。上述試驗的相对湿度皆保持在 80% 左右。飼育結果說明冬季加溫可以培养松毛虫。

松毛虫幼齡幼虫，特别是 1—2 齡幼虫，于大量繁殖中一般較难成活。它們于孵化后多喜吐絲爬行，而且对溫湿度要求很高。湿度与幼齡幼虫成活尤其有密切連系。我們采用 Zwölfer (1931) 控湿方法，在双重玻皿內放各种飽和无机盐溶液調节一定相对湿度，在皿上罩以百孔細銅紗网，于网上飼养初孵化的 1—2 齡幼虫。結果表明，幼齡幼虫自卵內孵出后在 90—100% 高湿下死亡率低，成活率高。反之，在低湿度条件下，則生活不到 10 天都相継死去。松毛虫幼齡幼虫于不同湿度下的死亡率可見表 3。

表 3 松毛虫 1—2 齡幼虫于不同湿度下之死亡情況

相对湿度	总数	死亡个数					备注
		1—5 天	6—10 天	11—15 天	小計	死亡率(%)	
100% H_2O	45	4	0	1	5	11.1	以上观察系在25—27℃溫度条件下进行
90—95% KNO_3	30	16	2	0	18	60.0	
70—80% NaCl	30	22	8	0	30	100	
50—60% $Ca(NO_3)_2$	50	27	23	0	50	100	
29—35% $CaCl_2$	24	24	0	0	24	100	

上述結果显然說明，松毛虫 1—2 齡幼虫于室內冬季繁殖时应在高湿下进行。如果湿度低于 80% 以下則不易成活，尤其幼齡幼虫于孵化后 1—5 天內更应注意。

2. 飼养过程中疾病的預防

高溫高湿适于松毛虫发育已如上述，病菌在高溫高湿条件下也十分容易滋生蔓延。我們采用各种制止办法，結果以 2.5% 福馬林液有效。飼育前，养虫室內設备及用具都首先經过消毒处理，消毒方法可把福馬林液盛入噴雾器中噴洒，也同样可用液体洗滌。此外，还須严密防止病況进入养虫室內，工作人員应着工作服。

3. 松毛虫成虫的产卵

幼虫成批結茧化蛹后随即取出另放产卵箱內。为了收卵簡便起見，制成长 60 厘米、寬 40 厘米、高 20 厘米之产卵箱。两側各开活动小門，箱頂釘鉄紗并可开启，箱底穿直径 1.5 厘米圓孔，大量羽化交配的成虫放进箱后在夜間就开始产卵。卵粒取出可供黑卵蜂接种或冷藏。成虫在产卵箱內往往数目过多振翅飞舞鱗片飘揚，工作人員吸入鱗片有碍健康，因此，我們試剪除已交配雌虫的翅膀，观察其产卵情况与产卵量。剪翅后第一日雌性成虫产卵量激增，以后数量逐日下降，未剪翅的雌虫第一日产卵数尙不及其一半。遺腹卵粒則以剪翅者較未剪者增多，这些遺腹卵也可保存供黑卵蜂寄生。二者逐日产卵情况可参閱图 1，总产卵数的比較如表 4。

表4 松毛虫雌蛾的產卵情况

处理方法	总卵数	产出卵数	产出卵率(%)	遺腹卵数	遺腹卵率(%)	备注
剪翅	4188	3299	78.77	889	21.23	系随机取样各取10对雌蛾观察的結果
未剪翅	4499	3859	85.78	640	14.22	

松毛虫雌蛾經剪翅后，由于受到机械损伤，寿命一般減短。但体內卵粒大部分产出，

而与大量取卵无妨。寿命比較可参閱表 5。

表 5　松毛虫成虫寿命

处理＼寿命	雌蛾（天）			雄蛾（天）		
	最长	最短	平均	最长	最短	平均
剪翅	6	2	3.3	7	1	3.1
未剪翅	8	2	4.8	7	2	4.4

雌蛾經过剪翅后对所产卵粒的受精程度有无影响以往还不十分明了。我們曾取两种不同处理的卵粒各 500 粒检查其孵化率，結果說明，雌蛾在剪翅后有部分卵粒虽然产出但并未受精。剪翅部分只有 75.8% 卵粒孵化幼虫，未剪翅部分 84% 孵化。剪翅时因机械损伤，影响受精率。由于松毛虫黑卵蜂对未受精卵同样可以寄生，因此对大量繁殖影响不大。但繁殖松毛虫时則值得注意。

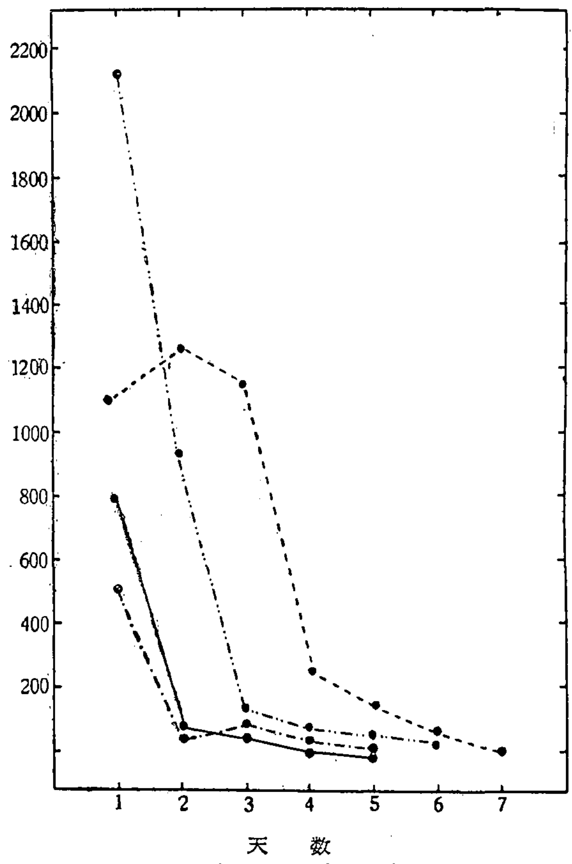


图 1　松毛虫雌蛾每日产卵量

●----------● 未剪翅产卵；●·—·—·● 剪翅产卵；●·—·—·—● 未剪翅遗卵；○———● 剪翅遗卵

4. 寄主卵粒的保藏

培育松毛虫最終目的在于获得大量寄主卵，以便卵寄生蜂能充分繁殖。为了寄主卵粒能及时供应，可采用二种方法来儲备：1）延緩松毛虫蛹的羽化期限，2）成虫产卵后直

接冷藏卵粒。相互配合则能够依照需用日期,按計划有步驟地开展卵蜂繁殖工作。

1) 卵的冷藏

松毛虫黑卵蜂要选择新鮮寄主卵寄生,对卵粒新鮮程度的要求比赤眼蜂严格。将松毛虫产出的新鮮卵粒放指形管中,稍留空隙并用棉花塞口,用防水紙包裹瓶口,并以橡皮圈扎紧,在 0℃ 冰箱內保存一个月之久仍易被寄生。但冰箱温度上升則保存期限递減。图 2 表示寄主卵經过保存后松毛虫黑卵蜂及广赤眼蜂的寄生情况。应該指出,試驗期間冰箱因供电中断曾有一日温度自 1—2.5℃ 上升达 23℃,所得結果只供参考。然从图 2 不难看出,黑卵蜂对寄主卵新鮮程度要求較高,卵粒儲存过久則不寄生,而对赤眼蜂来說卵粒久藏后仍旧可被寄生。

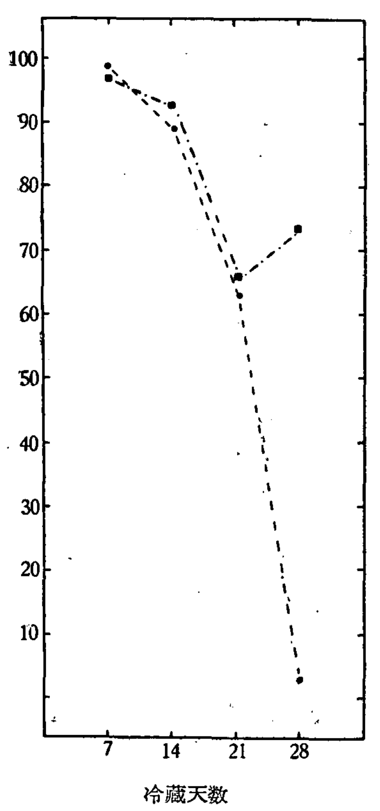


图 2 松毛虫黑卵蜂及赤眼蜂对不同冷藏时間的松毛虫卵的寄生率

2) 蛹的冷藏

在冰箱設置不便地区,就地选择山洞、地窖保藏松毛虫蛹仍能延緩成虫羽化,这个方法特别在山区更感需要,我們曾經試驗在夏季用一与地面相距 8½ 米的水井,于井底冷藏卵粒,結果說明仍可解决問題。6 月中旬地面气温接近 30℃ 左右,井內温度常保持 19.5℃,相对湿度 85—87%。用鉄紗籠把松毛虫蛹悬在井底,不断取出的蛹羽化率很高。冷藏經过 2 周后羽化率为 95.7%,3 周后为 98%,4 周后为 92.6%。羽化后成虫交配产卵也十分正常。因此利用土法因地制宜不仅方法簡便又切实可行。

3) 卵在低温儲存时的湿度

松毛虫卵在冰箱中存放往往因湿度增加引起卵壳下陷,色泽变黑,以致不能利用。經驗証明卵粒包装时干燥,則卵壳丰滿,色泽鮮艳,黑卵蜂多寄生。通过 Zwölfer (1931) 氏控湿方法,将不同的飽和无机盐溶液放在双重皿內,皿上加蓋百孔目細銅紗网,放卵粒于网上,然后加蓋双重皿。試驗卵粒系取同一批产出的受精卵,試驗期間冰箱平均温度为 5.2℃,其間也曾遇几度停电,温度上升。从接种結果看(图 3),黑卵蜂仍喜择低湿度的卵粒寄生,湿度高时卵壳皺縮,寄生数量下降。

上述結果說明,繁殖黑卵蜂用的寄主卵粒,可从保存蛹和卵两方面进行,先控制蛹延緩成虫羽化,后保存卵。在条件不足地区,儲存蛹更感需要。

5. 松毛虫繁殖的設备与方法

寄主繁殖时由卵至成虫各阶段所需的种种条件已如上述,大量生产应該选择飼料供应便利的松林附近設繁殖室一間,室內窗戶密閉有遮蔽木窗而不透风,繁殖室又可間隔成內外二部分,內室养虫用,沿四壁放鉄紗养虫籠及养虫缸。外室安装火炉有烟囱通入內室,环繞一周后导出室外,烟囱須严密不漏气。內外室之間有門相隔并設門帘。室內仪器应有:冰箱,最高最低温度計,干湿球湿度計,幼龄幼虫飼养玻缸,大型鉄紗养虫籠,細紗

布，胶皮圈，工作服，产卵箱，玻皿，指形管，噴雾器，2.5%福馬林，剪刀，鑷子等。

冬季繁殖馬尾松毛虫可按照上述試驗取得的条件控制好温湿度进行飼养，幼虫化蛹后冷藏，需用卵粒时取出让成虫羽化、交配、产卵。为保持繁殖过程中室內的湿度，可經常噴水或悬湿布使水分不断蒸发，并經常消毒避免病菌发生。

幼龄幼虫須在高 15 厘米，口径 10 厘米的玻缸內飼养，长大后放入养虫籠內（长 50 厘米寬 24 厘米）插进松枝，隔 1—2 日更换飼料，每只籠內可放幼虫 200—500 条，食料随时加添，并經常清除粪便，保持清洁。

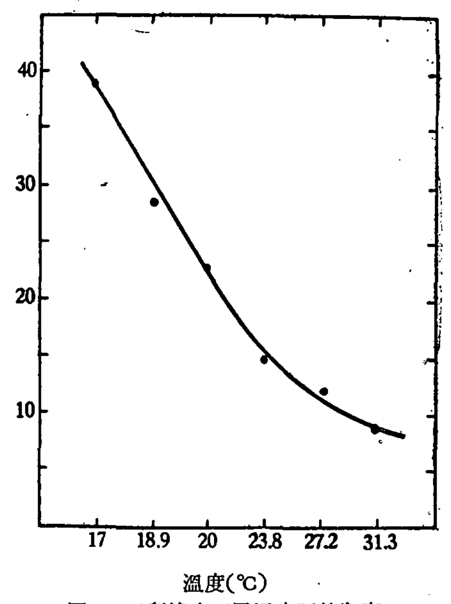


图 3　黑卵蜂在不同温度下的发育

松毛虫幼虫及茧皮上皆有毒毛，接触皮肤疼癢发炎。 飼养时工作人員应着工作服戴手套，防止接触。

寄主卵及蛹的长期保存需冰箱設备，可放另一室內。冬季天寒，一般虽无冰箱也可保存。但在夏季則显得更为必需。

（二）松毛虫黑卵蜂的繁殖

松毛虫黑卵蜂的繁殖先决条件是掌握其寄主的飼养方法，准备足够寄主卵粒供寄生蜂产卵繁殖。母本蜂种可从本地或外地取得。如前所述，松毛虫黑卵蜂分布范围广，凡松毛虫为害地区都有出現，但在蟄伏后数量不多。为了寻求种蜂，我們曾到广州和江西的星子、蓮塘等地进行过誘集。广州馬尾松毛虫发生最早，产卵也較其他地区提前。繁殖步驟可分別叙述。

1. 种蜂的誘集

如前所述，黑卵蜂繁殖种蜂可从外地引入，或自当地采得。在我国南北各地松毛虫发生时期不同，南方广州在 3 月下旬起已有产卵，湖南于 4 月下旬，江西浙江于 5 月中旬先后都有第一代蛾产卵。 通常在发生地区采集卵粒放入指形管中观察，除去已孵化的松毛虫幼虫，保留其他卵粒，不久就有卵蜂羽化。 此外，在早春預先把室內松毛虫产出的大量卵粒悬挂松林中，供越冬后的黑卵蜂寄生也能誘得种蜂。但由于越冬期間死亡率大，所得黑卵蜂数量一般不多。

1955 年春天，我們曾在广州利用室內松毛虫卵粒悬挂林間誘集黑卵蜂。 3 月上旬的一批未发現寄生，自 4 月 1 日起再将产于松針上的新鮮卵粒分批依次挂出，然后收回检查[1)]。 在收回的 6495 粒松毛虫卵中間，只 78 粒有黑卵蜂寄生。 这些卵粒羽化雌蜂 189 只，雄蜂 56 只。 雌雄性比为 3.4:1，表 6 說明人工挂卵結果。 1956 年春季松毛虫第一代卵期間，于江西星子采到卵粒二丛，有 16 粒被黑卵蜂寄生，羽化雌蜂 47 只（66.2%）雄蜂 24 只（33.8%）。 同年于蓮塘各松林間分批挂卵，因大发生期已过，松毛虫虫口很少，也难

1）开展此項工作时，蒙华南农学院蒲蟄龙先生，陈守坚同志及华南农研所刘志誠同志指导和协助，謹此志謝。

表 6　人工挂卵誘集黑卵蜂　(1955，4 月，广州石牌)

編号	起迄日期	卵粒丛数	卵粒数	寄生卵数	羽化黑卵蜂个数		
					雌	雄	合計
1	2—11/IV	32	525	13	45	15	60
2	4—12/IV	27	718	0	0	0	0
3	5—13/IV	14	356	0	0	0	0
4	6—13/IV	22	722	0	0	0	0
5	7—14/IV	39	1240	14	55	18	73
6	8—15/IV	19	462	6	15	7	22
7	9—16/IV	16	263	0	0	0	0
8	16—22/IV	98	2209	45	74	16	90

覓得黑卵蜂，因此取得种蜂应在松毛虫发生地区采卵較为容易。

2. 黑卵蜂发育溫湿度条件

黑卵蜂胚胎发育經过天数及世代长短因溫度而异。在江西蓮塘每年可产生 11 个世代，世代历期在一定高溫下減短，低溫延长，最长与最短之間相差可达 29 天。在夏季常溫 24℃时，黑卵蜂从产卵日起于二周內卽羽化为成虫。溫度上升到 31.3℃，則只需 10 天。不同溫度下的发育情况可参閱图 4 。

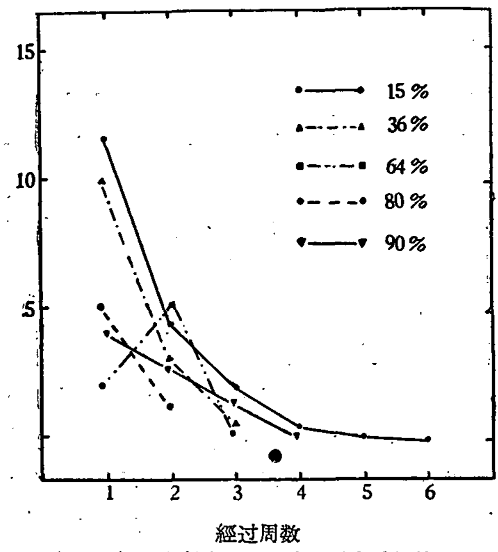


图 4　松毛虫卵在不同湿度下保存后的結果

黑卵蜂生活在一定高溫下能縮短經过日期，但仍需防止突来的高溫，如 1956 年 7 月間江西蓮塘夏季气溫曾突然上升，养虫室內溫度曾到 37—41.5℃之間，正在发育中的数十万头黑卵蜂幼虫不耐高溫，慘遭死亡。因此，夏季于自然变溫环境內繁殖时尤应特別留意采取措施。人工室內繁殖也需小心調节溫度，防止发生意外。

湿度对松毛虫黑卵蜂胚前及胚后发育也有一定影响，采用前述控湿办法于双重皿內放入已被寄生的松毛虫卵粒，观察卵粒变化及黑卵蜂羽化情形。結果表明：寄主卵粒在 50％以下湿度中干癟，黑卵蜂胚胎死亡。在 70—80％湿度范围内，寄主卵粒隆起，黑卵蜂发育正常。90—95％湿度范围最适宜于黑卵蜂发育，一世代可縮短一天。100％飽和高湿条件不仅黑卵蜂难以正常发育而又招致眞菌繁殖，菌絲蔓延以致卵粒霉坏。

由上述結果可知，黑卵蜂大量繁殖时，应注意室內湿度，必要时应补湿。

松毛虫黑卵蜂于不同湿度范围的控制条件下，在寄主卵中的发育已經介紹如上。从試驗中检查寄主卵的羽化蜂数时，又进一步說明，在不同湿度条件下黑卵蜂的羽化率与相对湿度成正比。詳見表 7 。

寄主卵被黑卵蜂寄生后，在不同湿度条件下子代寄生蜂的发育和羽化情况，同样以 95—90％湿度最适宜。在这个湿度条件下，寄生卵数有 95.05％全部羽化。80—70％相对

表 7　黑卵蜂于不同湿度中的羽化率

相对湿度(%)	卵粒总数	羽化卵数(%)	未羽化卵数(%)	发育停滞卵粒(%)
95—90	445	423(95.05)	—	22 (4.95)
80—70	457	286(62.58)	94(20.57)	77(16.85)
60—50	375	86(22.93)	47(12.54)	242(64.53)
30	399	44(11.02)	59(14.79)	296(74.79)
17	428	6 (1.40)	132(30.84)	290(67.76)

湿度則寄生率下降到 62.58%，60—50% 相对湿度影响卵粒正常发育，羽化率有显著低落，因此在冬季繁殖黑卵蜂时，如果环境处于低湿状态，則应注意湿度調节。

3. 母蜂数与寄主卵数的比例

大量繁殖时使用母蜂数与寄主卵粒数应有一定比例，以便在接种期間充分寄生而避免过少或过多造成浪費。从不同比例观察中得知：二者間的数量关系应保持蜂与卵为 1:10—15 的比例，在 24 小时內接种，卵粒都能充分被寄生。如卵粒过多，則有一部分不被利用反而浪費，卵粒少时往往一卵粒上产卵过多，以致黑卵蜂幼虫营养不足影响生活力。

4. 产卵活动与光綫关系

黑卵蜂有趋光性及背地性，喜向光源及高处飞行（王平远等，1956）。試驗室內繁殖的时候如能运用这一习性，可随意操作，使黑卵蜂活动按人的意图引导进行。接种时，首先把卵粒貼在紙片上，放入接种瓶內。取另一盛有黑卵蜂母蜂的接种瓶，使瓶口与已放卵片者相对。前者高举向上并朝向光源，黑卵蜂立刻爬向卵片。瓶口須用細布包紧并用橡皮圈扎口，防止黑卵蜂逃逸。接种期滿后，把瓶口向上斜傾与另一空瓶連接，黑卵蜂就可順利轉移。

黑卵蜂在阴天和光綫較暗的室內，产卵不够活跃，寄生卵数不多。此时宜用灯光促使黑卵蜂活动，同时又可促进黑卵蜂的产卵量。

5. 产卵能力、寿命与食料的关系

寄生蜂成虫通常都取食花蜜甘露，有些种类的雌性生殖系統需要取食花蜜后才能成熟产卵。文献上常見飼养寄生蜂时多以含醣較多的蜂蜜、葡萄干、蔗糖等作食料。我們观察松毛虫黑卵蜂交配后，如不喂給食料則生活日期短促，产卵量少。反之，如在羽化后供給充分食料則寿命特长，产卵能力旺盛。从对比观察中証明：在喂給食料（蜂蜜和水分按等比例調和液）情况下，雌性黑卵蜂寿命最长 22 天，最短 12 天，一般为 16.3 天。寄生卵粒最多 76 粒，最少 15 粒，平均为 52 粒。另外，在喂給清水情况下，寿命最长 6 天，最短 3 天，平均只 3.3 天。寄生卵粒数最多 15 粒，最少 1 粒，平均 6.4 粒。蜂蜜营养价值很高，黑卵蜂取食后經过两周仍然保持較高的产卵能力，平均在每粒寄主卵內羽化蜂数皆在 5 只以上。

由此可見，大量繁殖黑卵蜂时应該供給充分食料，以便延长寿命和提高产卵量。野外放蜂时，如果松林附近缺乏蜜源植物也应于放蜂前喂給食料，这样，黑卵蜂在林間寿命长，并可充分寄生。

6. 黑卵蜂逐日产卵数量

黑卵蜂一生产卵历期約 10 日左右。我們观察产卵情况，結果看出，第一日产卵 25.87%，第二日略少（18.34%），第三日又上升（21.96%），其后再逐漸下降呈一起一伏的

間歇状。在室內繁殖时一般以接种一天（24 小时）相宜，通常于前四天接种效果較好。因此，为了取得大量寄生，多在此期間充分利用母蜂。

7. 黑卵蜂繁殖的設备与方法

卵寄生蜂通常身体細小，于严密的小容器內即能大量飼养。繁殖器皿的要求是：操作簡易，坚固无縫隙，卵蜂不易逃逸，并易于刷洗消毒。大量繁殖时曾采用各种器皿，而以圓底玻管（长度 21 厘米，口径 4.5 厘米）及方形繁殖瓶（长 18 厘米，寬 10 厘米，高 4 厘米，厚度 0.5 厘米）比較适用。繁殖时除大批飼养瓶外，仍需具备下列用具：貼卵紙片，胶水（固体桃胶溶于水調成浓胶），指形管（长 7 厘米，口径 1.5 厘米），紙片，軟毛笔，鑷子，白布，黑布，胶皮圈。工作室須一面有玻璃窗，設长工作桌，窗有布帘，避免阳光直接照晒。

繁殖接种步驟是：首先調好浓度較稠的胶水，准备好卵粒。貼卵用胶以桃胶（即桃树树脂）牢固，这种胶水对黑卵蜂产卵并无妨碍。貼卵时先裁成大小适中且可插入接种瓶內的紙片，均匀涂胶然后平鋪松毛虫卵，卵粒牢牢貼在紙上即可接种。接种时如果先量好卵数，制成标准瓶盛卵更为方便，这样便于大量生产时估計卵数供給蜂数，大量生产时，根据試驗結果，我們选蜂数卵数比例按 1 比 10—15 計算。接种时間也以一昼夜为宜。

接种时，首先将盛有卵粒的紙片投入玻瓶中，瓶口向下傾斜，把另一有母蜂的瓶口朝上与之紧紧連接，母蜂沿着瓶底爬向有卵片的紙片，随后用布扎口，把接种瓶放光亮处但应避免日晒。接种完毕后，把卵片放入一另空瓶內，待未被寄生的部分松毛虫卵孵化。除去松毛虫后継續保留即有黑卵蜂羽化。子代黑卵蜂羽化后需喂給糖液（蜂蜜調和清水等量），并应抽取卵粒检查性比，在此基础上能推算出繁殖蜂数。为了防止性比低落雌蜂数目下降，經常从野外采集蜂种，更換母本材料。

五、松毛虫黑卵蜂的散放試驗

为了說明黑卵蜂的防治效能，我們在松林內采取人工挂卵的試驗方法，註松毛虫成虫产卵于松針丛間，把卵丛悬挂松林內，然后散放黑卵蜂，检驗寄生結果。分析在人为控制比較严密的情况下，黑卵蜂究竟有无实用价值。并根据以前散放观察的一些結果（王平远，1955），把散放黑卵蜂的时間也改为傍晚日落时刻，以消除风向、光照、风力等气象因素对黑卵蜂活动与分布产生的影响。

（一）試驗区的选择与放蜂

1957 年 5 月間于江西蓮塘小蓝馬尾松林內，选树木 8—9 年生，郁閉度为 0.8—1，树高 3—4 米的一片面积为 2500 平方米的林地做放蜂試驗区。林地中央系一片脊地，傾斜度不大，坡度为 5°，树木每亩約 350—400 株。在試驗区中央用罗盘定好方位并自中心点起向林地四周划出半径 5、10、15、20、25 米的同心圓。各区段間树干用硃漆作鮮明标志，以資識别。5 月 30 日傍晚在試驗区馬尾松树上各扎松毛虫卵一丛，共悬挂卵粒 1100 束，合計松毛虫卵 58634 粒。挂卵后因阴雨不适放蜂。延至 6 月 2 日傍晚 18 时 15 分始在林地中心地面上揭开瓶口散放黑卵蜂 15 万 8 千头，其中雌性数目为 10 万 3 千余头。放蜂时在瓶口上稍鋪松針註黑卵蜂登上，徐緩飞去。

（二）放蜂后林內的气象情况

放蜂时林內平靜，气流移动徐緩。如 6 月 2 日 18 时 20 分风速为 0.05—0.23 米/秒，

24 分为 0.23 米/秒，28 分为 0.23 米/秒，32 分为 0.20 米/秒。当时天气晴朗，气温达 27.4℃，相对湿度为 71%。挂卵期間由 6 月 3—5 日皆为晴天，只在 4 日夜間稍有小雨。6 月 3 日平均温度为 29.3℃，相对湿度 72.3%。6 月 4 日平均温度为 28.9℃，相对湿度 74%。6 月 5 日平均温度为 28.3℃，相对湿度 63.6%。午間最高气温曾到 31.4—32.7℃之間。放蜂后风向均为东南。

（三）黑卵蜂于散放后的活动

放蜂后 15 分鐘在距散放中心 5 米和 10 米各方位卵粒上有黑卵蜂停留产卵。每束卵块上发現黑卵蜂数目分别有 2、4、9 个之多。17 分鐘以后在最外围 25 米地方也看到黑卵蜂。同时曾不断見到多数黑卵蜂沿着馬尾松針上下爬行，以触角探索寄主卵粒。在搜索时如果松針上沒有卵粒则迅速飞往另一松針，黑卵蜂每当找到松毛虫卵后，都很快地伸出产卵管，向卵壳上輕輕触动然后插穿卵壳开始产卵。

黑卵蜂于午間多在松針間背阴处躲避，只少数仍然产卵。但在其他时間甚为活跃。例如放蜂后第三日检查还有黑卵蜂产卵。

（四）黑卵蜂的寄生效率

試驗挂卵取回时，按不同范围存放玻管內，放室內統計总卵数并待寄生蜂羽化时統計被寄生卵数，从而測出黑卵蜂的寄生效率。

从挂卵放蜂的試驗結果看出，黑卵蜂对松毛虫卵的寄生效率仍有良好效果。在不同范围內，卵粒被寄生的数量互不相同。由于放蜂系在傍晚，結果說明黑卵蜂的向外扩散比較均匀。但是因白天风向偏东南，以致东南方位不同远近各小区內的寄生率仍比較低。与此相反，西南和西北两方位挂卵的寄生率则增高，这又有力地証实了风向仍旧在不同程度上影响着黑卵蜂的活动，从而也影响它的寄生效率。虽然如此，在傍晚散放黑卵蜂比清晨还要均匀得多。在 0—5 米范围之間，除东南方位为 57.66% 以外，其他各方位：西南为 85.01%、东北为 84.13%、西北为 82.91%，寄生效率都相当高。5—10 米范围內也在 58—66% 之間，10—15 米內则在 56—84% 之間，15—20 米內虽距中心稍远，寄生效率仍在 35—61% 以內，最外围 20—25 米则以西南及西北两方位高于东北及东南，后者因直接受风向的影响有呈現寄生效率偏低的傾向。各不同范围不同方位間黑卵蜂对松毛虫卵的寄生情况可参閱表 8。

六、松毛虫黑卵蜂和广赤眼蜂同时散放对松毛虫卵的寄生效率

据試驗室內观察，松毛虫黑卵蜂与广赤眼蜂（*Trichogramma evanescens* Westw.）同放在松毛虫卵粒上时，对已寄生的卵粒可以辨别。为了明确两种寄生蜂在林間混合同时散放后对松毛虫卵粒的寄生程度能否提高，我們在上述試驗区外另选择了范围大小相同的放蜂区，用同一方法，除黑卵蜂外，又于 5 月 30 日散放广赤眼蜂雌虫約 20 万头。广赤眼蜂于散放后飞翔散播等活动不够明显，但从寄生卵粒的检查中，清晰地显示出仍随着放蜂中心向外扩散，邻近放蜂区外围的卵粒多被寄生，寄生效率与散放中心的距离有关。从試驗結果看出，利用多种卵蜂同时进行散放，效果要比单純散放一种尤为优越。特别是对松毛虫卵粒的总寄生率可以提高，达到更高的防除效果。两种卵蜂同时散放的結果詳見表 8。

表 8 松毛虫黑卵蜂与廣赤眼蜂同时散放的寄生效率

范围(米)	方位	卵粒总数	寄生卵数(%)		总寄生效率(%)
			黑卵蜂	广赤眼蜂	
0—5	东南	973	57.66	17.68	75.34
	西南	947	85.01	5.60	90.61
	西北	158	82.91	2.53	85.44
	东北	1172	84.13	6.06	90.19
5—10	东南	1812	58.33	7.45	65.78
	西南	1897	58.94	7.28	66.22
	西北	932	61.70	6.97	68.67
	东北	1336	66.84	14.82	81.66
10—15	东南	2648	56.65	5.85	62.50
	西南	3504	67.12	9.12	86.24
	西北	158	82.91	2.53	85.44
	东北	1172	84.13	6.06	90.19
15—20	东南	6798	35.04	20.77	55.81
	西南	6463	61.15	21.86	83.01
	西北	2101	60.97	22.98	83.95
	东北	4788	42.88	13.93	56.81
20—25	东南	2334	18.17	40.92	59.09
	西南	2510	39.52	32.95	72.47
	东北	5011	47.06	25.68	72.74
	西北	6899	29.53	30.18	59.71

七、总 結

(一) 松毛虫黑卵蜂是我国松毛虫卵寄生蜂之一,寄生习性专一,有找寻寄主的能力,在自然界中消灭松毛虫卵有一定效能。但往往由于冬季死亡率大,每到早春繁殖数量不足以抑制松毛虫春季的为害。为了利用这种天敌并解决冬季死亡問題,可通过人工培育方法于冬季期間进行寄生蜂及其寄主的繁殖;及时在春季松毛虫产卵期中散放。

(二) 馬尾松分布我国南部各省,在江西冬季可选三化幼虫,放于 24—30℃ 室內及 80% 相对湿度下飼养,在严密消毒情况下幼虫发育良好,可以連續飼养。在不同温度下完成一个世代所需天数,30℃ 时为 49 天,24℃ 时为 65 天。但是 1—2 龄幼虫要求高温高湿,湿度低于 80% 以下則不易成活。

(三) 成虫产卵时可采用剪翅法,于交配后如除去双翅,可加速产卵时刻,并免除鳞片对工作人員健康的不良影响。

(四) 为了寄主卵的及时供应,把松毛虫卵放在 0℃ 的低温下冷藏,經一个月之久仍能供黑卵蜂寄生。在缺乏冰箱条件下,在蛹期藏于地窖、井下,都能延緩羽化日期。

(五) 黑卵蜂种蜂可从野外采松毛虫卵或自人工挂卵引誘而来。

(六) 黑卵蜂一世代发育历期。在 31.3℃ 高温时,只需 10 天,在 17℃ 低温中有延长达 39 天之久。在南方,夏季期間应注意降温,防止突然高温引起死亡。黑卵蜂发育适宜

湿度在 70—95% 之間，其中以 90—95% 最好。

（七）繁殖黑卵蜂时，寄生蜂与寄主卵的比例以 1:10—15 适宜，产卵时調节光綫，增強光照能够提高黑卵蜂的寄生效率和产卵能力。 黑卵蜂的寿命与取食有关，喂給食料可以相应延长寿命。寄生蜂的繁殖法簡便，易于操作。

（八）通过人工挂卵在松林中检驗的办法証明黑卵蜂有抑制松毛虫为害的作用。 黑卵蜂的寄生效率随着扩散范围有所不同。 在 0—5 米范围內，寄生效率最高为 85%，最低为 57.7%。5—10 米范围內，最高为 66%，最低为 58%。10—15 米范围內，最高为 84%，最低为 56.6%。15—20 米范围內，最高为 61%，最低为 35%。 20—25 米范围內，最高为 47%，最低为 18%。

（九）黑卵蜂与广赤眼蜂同时散放，对松毛虫卵的总寄生效率可以提高，从而提高消灭松毛虫的数量。試驗証明，用生物防除法处理松毛虫时，黑卵蜂的利用仍有广闊前途。

参　考　文　献

[1] 小島俊文　1936 マツクムシの卵期发育に及ぼす温湿度の影响。应用动物学杂志 **8** (6): 299—307。
[2] 王平远等　1956 松毛虫黑卵蜂(*Telenomus dendrolimusi* Chu)在林內散放后的习性观察。昆虫学报 **6** (3): 271—86。
[3] 邱式邦　1955 南京地区松毛虫 (*Dendrolimus punctatus* Walker) 寄生天敌的初步观察。 昆虫学报 **5** (2): 181—90。
[4] 祝汝佐　1937 中国松毛虫寄生蜂志。昆虫与植病 **5** (4—6): 56—103。
祝汝佐　1955 松毛虫卵寄生蜂的生物学考察及其利用。昆虫学报 **5** (4): 373—92。
[5] 章士美等　1952 蓮塘松毛虫的考察。昆虫学报 **2** (1): 47—59。
[6] 雷弗金　1952 斗争森林害虫的生物防除法。科学出版社出版。69 頁。
[7] 蒲蟄龙等　1956 甘蔗螟虫赤眼蜂繁殖利用的研究。昆虫学报 **6** (1): 1—33。
[8] 蔡邦华　1955 关于防治松毛虫的研究工作。科学通报 4: 43—5。
[9] Zwölfer, W. 1932 Methoden der Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. *Zeitsch. f. Angew Ent.*, 19:497—513.

STUDIES ON MASS PRODUCTION OF *TELENOMUS DENDROLIMUSI* CHU AND EFFECTIVENESS OF LIBERATION

WANG P'ING-YUAN

The Scelinoid *Telenomus dendrolimusi* is an effective indigenous egg-parasite of the pine caterpillar. It has long been estimated as playing an important rôle in the control of the pine caterpillar eggs. The parasite is specific in host selection, having high host-finding ability, and is able to parasitize a large number of the pine caterpillar eggs under natural conditions. On account of a considerably high percentage of winter mortality, the population of this parasite increased too slowly in the following spring to make it effective in reducing the damage done by its host. Attempts have been made during winter seasons on artificial breeding of the eggparasite and its host, aiming to solve the problem of increasing its effectiveness by early liberation.

Under laboratory conditions larvae of the pine caterpillar collected from winter quarters

resume their activities when bred under room temperature range of 24—30°C. Under 30°C and with 80% relative humidity the life cycle of the caterpillar requires 49 days, whilst at 24°C it takes 65 days to complete. Larvae of the lst and 2nd instars require a fairly high temperature and an abundance of moisture. Humidity below 80% results in high mortality. However, the larvae of the later instars are easier to handle, they pupate and emerge successfully. After mating the wings of the adults were cut off, in order to avoid the scattering of the noxious scales and to obtain the largest proportion of eggs laid in the first and second days. Eggs thus obtained may be kept in icebox for one month, after which they were still effective for parasitization. Egg-parasites may be obtained either by exposing the egg masses in the forest or just by collecting the caterpillar's eggs from the field.

Temperature and moisture play important rôle in *Telenomus* development. The optimum for development of this egg parasite is at 24—31.3°C. with 90—95% of relative humidity. Temperature far above 37°C. would result in sudden death of the parasite. In order to obtain good result, the proportion between the parasite and its host eggs should be maintained at 1:10—15. Activity of parasitization is increased when the *Telenomus* is exposed to strong light. Both longevity and fecundity are increased when the adult parasites are fed with honey solution. Methods on rearing of both parasites and hosts are discussed in detail.

Field experiments were made by fastening bundles of the pine needles with host eggs to pine trees in different zones. The most favorable time for release of this eggparasite is in the evening just before sunset. Since during this time there is little sunshine and no strong air current in the vicinity of the forest, thus permitting even distribution of the parasite.

Experiments were carried out by hanging bundles of pine needle with host eggs on the pine trees and then releasing the egg-parasites from a single point of liberation in the center of the experimental field. Results indicated that the percentage of parasitization varies with different zones from the center. In the 0-5-meter area, the maximum parasitiaztion was 85% and the minimum 57.7%. In the 5—10-meter area, the maximum was 66% and the minimum 58%. In the 10—15-meter area, the maximum was 84% and the minimum 56%. In the 15—20-meter area, the maximum was 61% and the minimum 35%, In the 20—25-meter area, the maximum and minimum being 47% and 18%.

It has also been shown, however, that the liberation of another egg-parasite, *Trichogramma evanescens* Westw., together with *Telenomus* resulted an increase of percentage of total parasitization and therefore increased effectiveness in the pine caterpillar control.